

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003 年 11 月 20 日 (20.11.2003)

PCT

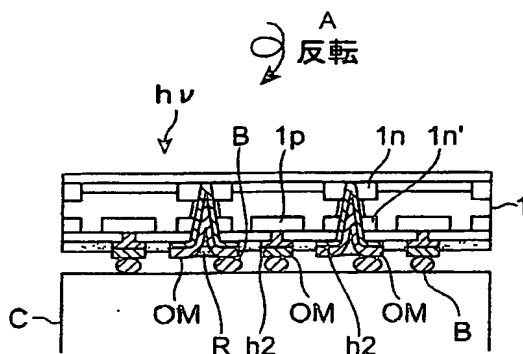
(10) 国際公開番号
WO 03/096427 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 27/146 (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.);
〒104-0061 東京都中央区銀座一丁目10番6号 銀座
ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/05852
- (22) 国際出願日: 2003 年 5 月 9 日 (09.05.2003) (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,
NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-136206 2002 年 5 月 10 日 (10.05.2002) JP (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU
PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市
市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 藤井 義磨郎 (FUJII, Yoshimaro); 〒435-8558
静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株
式会社内 Shizuoka (JP). 岡本 浩二 (OKAMOTO, Kouji);
〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の1 浜
松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 坂本 明
(SAKAMOTO, Akira); 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野
町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka
(JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告書2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: REAR SURFACE IRRADIATION PHOTODIODE ARRAY AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称: 裏面照射型ホトダイオードアレイ及びその製造方法



A...REVERSAL

合わせられているので、プロセス中のウエハの扱いが容易となり量産化に適合することとなる。

(57) Abstract: Both electrodes of the anode and cathode of a photodiode in a semiconductor substrate (1) are collected at one side thereof. This is achieved by leading one electrode electrically to the other side through a hole H penetrating the semiconductor substrate (1) and the time required for boring the hole H is shortened because the semiconductor substrate (1) has been made thin by polishing. Since a supporting substrate (3) is attached to the semiconductor substrate (1) in order to reinforce the thinned substrate during production process, handling of the wafer is facilitated during process resulting in a photodiode suitable for mass production.

(57) 要約: 半導体基板 1 のホトダイオードのアノード及びカソードの双方の電極を基板の片方の面側に集める。これは半導体基板 1 を貫通する孔 H を介して一方を電気的に他方の面に導くことで達成されるが、半導体基板 1 は研磨によって薄膜化されているため、孔 H の形成時間が短くなる。また、製造工程中は薄膜化の補強のための支持基板 3 が貼り

明細書

裏面照射型ホトダイオードアレイ及びその製造方法

技術分野

本発明は、裏面照射型ホトダイオードアレイ及びその製造方法に関する。

5 背景技術

三次元実装技術が多く分野で研究されている。従来、三次元実装においては、基板上下面を貫通する孔を形成し、この孔を介して一方面側の電極を他方面側に引き出すことが行われている。

発明の開示

- 10 ところが、このような三次元実装における貫通孔形成工程では、通常 ICP プラズマエッチングを用いるが、ウエハの厚さは $300\mu\text{m} \sim 400\mu\text{m}$ 程度と厚いため、貫通孔を形成するためには多大な時間を要する。また、ICP プラズマエッチング装置によるエッチング処理はウエハ 1 枚 / 1 回であるので、複数枚のウエハを同時に処理することができないため、結果として 1 枚のウエハ当たりに貫通
- 15 孔を形成するのに多大な時間を要する。したがってこのようなエッチング技術を用いていたのでは、一度のエッチングで少量の製品しか形成できない製品、すなわち、大面積ホトダイオードアレイは工業的な量産ができない。例えば、孔の形成に 1 ウエハ当たり数時間も要して数個の大面積ホトダイオードアレイを形成しても工業的には成立しない。

- 20 本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、量産が可能な裏面照射型ホトダイオードアレイ及びその製造方法を提供することを目的とする。

- 上述の課題を解決するため、本発明に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法は、(a) 半導体基板の一方面側に高濃度不純物領域を形成する工程と、
- (b) 前記半導体基板の前記一方面側に支持基板を貼り合わせる工程と、(c) 前
- 25 記半導体基板の他方面側を研磨して前記半導体基板を薄膜化する工程と、(d) 前記半導体基板の前記他方面側に高濃度不純物領域及び複数のホトダイオードを形

成する工程と、(e) 前記半導体基板の前記他方面側の前記高濃度不純物領域から前記一方面側の前記高濃度不純物領域に到達する孔を形成する工程と、(f) 前記一方面側と前記他方面側の前記高濃度不純物領域を前記孔を介して電氣的に接続する工程と、(g) 前記工程(f) の後に前記支持基板を除去する工程とを備えることを特徴とする。ホットダイオードのアノード及びカソードの一方は、半導体基板の一方面側及び他方面側のいずれか一方に位置し、他方は残りの面側に位置する。

この製造方法によれば、研磨工程によってホットダイオードアレイが薄膜化されるので、孔の形成時間が短縮され、且つ、この孔を介して半導体基板の両面側に形成された高濃度不純物領域を接続するので、ホットダイオードのアノード及びカソードを半導体基板の同一面（他方面）側に電氣的に導くことができる。薄膜化による基板強度の低下、更にはウエハ破損に係る問題は、ウエハ製造中に、半導体基板の一方面側には支持基板が設けられるので、これを補強することができる。かかる発明によって、複数のホットダイオードを備えたホットダイオードアレイが工業的に初めて量産可能となる。更に、このホットダイオードアレイは裏面照射型であるため、信号雑音比が高く、高精度の光検出装置に用いることができることとなる。

また、前記半導体基板及び前記高濃度不純物領域は第一導電型（例えば n 型）であって、前記複数のホットダイオードは複数の第二導電型（例えば p 型）不純物領域と半導体基板とで構成され、いずれかの前記ホットダイオードの前記一方面側に位置するアノード又はカソードは前記他方面側に電氣的に導かれている構成とすることができる。

また、前記半導体基板の一方面側の全面に前記高濃度不純物領域より浅い第一導電型の全面不純物半導体層を形成する工程を備えると、この全面不純物半導体層はアキュムレーション層として機能する。

また、前記半導体基板の一方面側に酸化膜を形成する工程を備える場合には、

これを保護膜として機能させることができる。

また、本発明の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法は、前記孔内に樹脂を埋め込む工程を更に備えることを特徴とする。孔内に樹脂を埋め込むことによって、半導体基板の強度を向上させることができる。

5 また、前記孔内に埋め込む樹脂は感光性を有し、この樹脂となるフォトレジストを前記半導体基板の他方面側の全面に塗布する工程と、前記半導体基板の他方面側の電極形成予定領域のフォトレジストのみ除去する工程と、フォトレジストが除去された領域に電極を形成する工程と、を更に備えることが好ましい。この場合には、フォトレジストを用いた通常のフォトリソグラフィプロセスにより樹脂を埋設できるとともに、当該フォトレジストによって電極の露出を行うことが
10 できる。

更に、三次元実装という観点から、上述の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法は、前記ホトダイオードのアノード及びカソードが回路基板に電氣的に接続されるよう、前記半導体基板の前記他方面側をバンプを介して前記回路基板
15 に取り付ける工程を更に備えることが好ましい。この場合、バンプによって回路基板に電氣的に接続されるホトダイオードのアノード及びカソードの接続配線は回路基板方向、すなわち、半導体基板厚み方向に延びることができるので、実装面積を小さくすることができる。すなわち、平面方向にデッドスペースが小さくなるため半導体基板横方向（二次元的に）に複数の裏面照射型ホトダイオードア
20 レイを配列することができるようになり、全体として、更に大面積の撮像装置を提供することができる。

なお、このような大面積の裏面照射型ホトダイオードアレイは、X線、 γ 線を可視光に変換するシンチレータと組み合わせることで、コンピュータ断層撮影（CT）装置や陽電子放射断層撮影（PET）装置に適用することができる。

25 また、本発明の裏面照射型ホトダイオードアレイは上述の方法によって作製することができるので、半導体基板の一方面側及び他方面側に高濃度不純物領域が形成さ

れ、それぞれが前記半導体基板の他方面側に形成されたホトダイオードのアノード及びカソードに選択的に接続された裏面照射型ホトダイオードアレイにおいて、前記高濃度不純物領域同士は前記半導体基板を厚み方向に貫通する孔を介して電氣的に接続されており、前記孔内には樹脂が充填されていることを特徴とする。

- 5 この裏面照射型ホトダイオードアレイは三次元実装上の及び製造方法上の利点を有すると共に、孔内の樹脂が裏面照射型ホトダイオードの基板強度低下を抑制することができる。

- 10 また、前記半導体基板、及び前記高濃度不純物領域は第一導電型であって、前記半導体基板の他方面側に形成されたホトダイオードは第二導電型不純物領域と半導体基板とで構成され、前記半導体基板の一方面側の全面に前記高濃度不純物領域より浅い第一導電型の全面不純物半導体層を備えることが好ましい。

この場合、全面不純物半導体層をアキュムレーション層として機能させることができ、高性能の検出を行うことができるようになる。

図面の簡単な説明

- 15 図1 Aは実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

図1 Bは実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

- 20 図1 Cは実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

図1 Dは実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

図1 Eは実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

- 25 図1 Fは実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

図 1 G は実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

図 1 H は実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

5 図 1 I は実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

図 1 J は実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。

10 図 2 は、図 1 J に示した裏面照射型ホトダイオードアレイ P D A を回路基板 C 上に複数備えてなる撮像装置の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイについて説明する。
なお、同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

15 図 1 A ～ 図 1 J は実施の形態に係る裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法を説明するための説明図であり、裏面照射型ホトダイオードアレイの縦断面構成を示す。以下、詳説する。

この製造方法では、以下の工程 (1) ～ (10) を順次実行する。

工程 (1)

20 まず、S i からなる半導体基板 (ウエハ) 1 を用意する。半導体基板 1 の伝導型は n 型であり、比抵抗は $1 \text{ k } \Omega \cdot \text{cm}$ 程度である。半導体基板 1 の比抵抗は低容量、低ノイズ、高速応答のバランスを考慮して設定される。次に、半導体基板 1 の裏面側 (一方向側) に所定間隔離隔した厚さ数 μm の n 型高濃度不純物領域 1 n を複数形成する (図 1 A)。ここで、「裏面」とは、最終的に製造される裏面照射型ホトダイオードにおける光入射面のことであって、説明の便宜上用いる規定であり、図面の下側の面ではないことに留意されたい。また、高濃度不純物領域 1 n は n 型であり、隣接の拡散によって形成され、高濃度とは、少なくとも $1 \times$

25

1.0^{17} cm^{-3} 以上のキャリア濃度を有する領域を意味するものとする。

工程 (2)

次に、半導体基板 1 の同じ裏面側の全面に薄い不純物半導体 $1n$ を形成する (図 1 B)。不純物半導体層 $1n$ の伝導型は n 型であって不純物濃度は高濃度である。なお、この形成工程に用いられる不純物は砒素であり、イオン注入の飛程が燐の拡散深さよりも小さく設定されているため、その深さが浅くなる ($0.1 \mu\text{m}$ 以下)。この層の形成方法はイオン注入法であり、例えば、注入エネルギーは 80 keV 、ドーズ量は $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ とする。この層の深さは浅いため、光検出器の性能としては高感度となる。

工程 (3)

次に、半導体基板 1 の裏面側に酸化膜 2 を熱酸化により形成する (図 1 C)。

工程 (4)

更に、半導体基板 1 の裏面側に支持基板 3 を貼り合わせる (図 1 D)。この支持基板 3 の材料は、後述のように後工程で除去するため、特別な材料である必要はなく、例えば一般的に入手し易い数 $10 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の p 型のシリコンを用いる。貼り合わせ工程では、酸化膜 2 を介して支持基板 3 を半導体基板 1 に押し付け、 1000°C 以下の熱を加えて貼り合せる。

工程 (5)

しかる後、支持基板 3 を表面側 (裏面とは逆の面：他方面) から研磨し、半導体基板 1 を所定の厚さまで薄膜化する (図 1 E)。この鏡面研磨工程後の半導体基板 1 の厚みは、例えば数 $10 \mu\text{m} \sim 150 \mu\text{m}$ であり、好適には $50 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 程度である。

工程 (6)

次に、半導体基板 1 の表面側に所定間隔離隔した複数の n 型高濃度不純物領域 $1n'$ 及び複数の p 型不純物領域 $1p$ を形成し、更に、半導体基板 1 の表面側に熱酸化によって酸化膜 (SiO_2) 4 を形成する (図 1 F)。 n 型高濃度不純物領

域 1 n' は燐を拡散することによって形成される。また、p 型不純物領域 1 p はホウ素を基板内に拡散又はイオン注入することによって形成される。かかる p 型不純物領域 1 p は n 型の半導体基板 1 と PN 接合を構成することにより、ホトダイオードが構成される。このホトダイオードは半導体基板 1 の表面側に位置することとなる。また、このホトダイオードはアバランシェホトダイオードや PIN ホトダイオードとすることもできる。

工程 (7)

次に、半導体基板 1 の表面側から裏面側に到達する孔 H を形成する (図 1 G)。この孔 H は半導体基板 1 の表面側の酸化膜 4 を利用して、高濃度不純物領域 1 n' 上に開口を有するマスクを形成し、かかるマスクを介して半導体基板 1 の表面をエッチングすることによって行う。エッチングの際には酸化膜 4 をマスクとするように、当該酸化膜 4 をホトリソグラフィによってパターニングすることもできる。このエッチングには等方性のウェットエッチングを用いることができるし、常圧プラズマエッチング (ADP) 等の等方性のドライエッチングを用いることもできる。ウェットエッチングの際のエッチング液としては、HF/HNO₃ 等を用いることができる。

このようなエッチング方法を用いれば、比較的生産性の高いエッチングが可能となるばかりでなく、孔 H の形状はすり鉢状、すなわち、テーパ状となるため、後段の電極形成におけるステップカバレッジが向上する。孔 H は半導体基板 1 の表面側の高濃度不純物領域 1 n' の露出側面と裏面側の高濃度不純物領域 1 n の露出側面と半導体基板 1 のエッチングされた側面とが孔 H の内面を構成することとなる。

工程 (8)

更に、孔 H の側面から半導体基板 1 内に n 型不純物を添加し、表面側の n 型高濃度不純物領域 1 n' と裏面側の n 型高濃度不純物領域 1 n とを電氣的に接続する (図 1 H)。この不純物添加領域を符号 h 1 で示す。この不純物添加工程は、上

記マスクを残したままで或いは酸化膜4をマスクとして、n型不純物のイオン注入又は拡散を半導体基板1の表面側から行うことにより実行することができる。

工程(9)

次に、直列抵抗を低減するため、孔Hの内面上にアルミニウムからなる金属電極膜h2を形成する。これはカソード共通電極を形成し、半導体基板1の表面まで延びている。金属電極膜h2の形成前に、半導体基板1のp型不純物領域1pの表面が露出するように酸化膜4をパターニングしておけば、金属電極膜h2と同時にp型不純物領域1pのコンタクトを形成することができる。しかる後、孔Hの内面を埋めるように感光性樹脂:(ポリイミド等のフォトレジスト)Rを半導体基板1の表面上に塗布し、ホトリソグラフィ工程によりアルミニウムからなる金属電極を露出させる。更に、この露出した金属電極部にNi、Auを順次メッキすることにより、ホットダイオードアレイに電極OMを形成する。

最後に支持基板3をグラインド及びドライエッチングにより完全に除去し、光入射面となる酸化膜2を露出させる。

次にダイシングにより所定のチップサイズに切り出すことにより、半導体基板の一方の表面側(他方面側)にのみ電極を有する裏面照射型ホットダイオードアレイが完成する(図1I)。

工程(10)

このホットダイオードアレイチップは、上下を逆転させて、すなわち、半導体基板1の表面側が回路基板C側に位置し、光入射面が裏面となるように配置する。すなわち、半導体基板1をAu又は半田等からなるバンプBを介して回路基板C上に配置し、かかるバンプBによって上記ホットダイオードの電極OMを回路基板C上の配線に電氣的に接続する(図1J)。ホットダイオードのカソード、すなわち、n型半導体基板1及びn型高濃度不純物領域1nは、金属電極膜h2及び不純物添加領域h1を介して半導体基板1の表面側に位置する電極OMに接続されている。また、ホットダイオードのアノード、すなわち、p型不純物領域1pは金属電

極膜h 2及び電極OMに接続されている。これらの電極は、それぞれバンプBを介して回路基板Cのカソード用配線及びアノード用配線に接続される。

以上、説明したように、上述の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法は、

- 5 (a) 半導体基板1の一方面(裏面)側に高濃度不純物領域1nを形成する工程と、(b) 半導体基板1の裏面側に支持基板3を貼り合わせる工程と、(c) 半導体基板1の他方面(表面)側を研磨して半導体基板1を薄膜化する工程と、(d) 半導体基板1の表面側に高濃度不純物領域1n'及び複数のホトダイオードを形成する工程と、(e) 半導体基板1の表面側の高濃度不純物領域1n'から裏面側の高濃度不純物領域1nに到達する孔Hを形成する工程と、(f) 裏面側と表面側
10 の高濃度不純物領域1n, 1n'を孔Hを介して電氣的に接続する工程と、(g) 前記工程(f)の後に支持基板3を除去する工程とを備える。ホトダイオードのアノード及びカソードの一方は、半導体基板の一方面側及び他方面側のいずれか一方に位置し、他方は残りの面側に位置する。

- 15 この製造方法によれば、研磨工程によってホトダイオードアレイ、すなわち、半導体基板1が所定の厚さに薄膜化されるので、孔Hの形成時間が短縮され、且つ、この孔Hを介して半導体基板1の両面側に形成された高濃度不純物領域1n, 1n'を接続するので、ホトダイオードのアノード及びカソードを半導体基板1の同一面(表面)側に電氣的に導くことができる。薄膜化によって基板強度は低下するが、半導体基板1の裏面側には支持基板が設けられるので、前処理(プロセス)工程の間は、これを補強することができ、かかる構成によって、複数のホ
20 トダイオードを備えたホトダイオードアレイが工業的に初めて量産可能となる。更に、このホトダイオードアレイは裏面照射型であるため、信号雑音比が高く、高精度の検出装置に用いることができることとなる。

- 25 また、上述の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法は、孔H内に樹脂Rを埋め込む工程を更に備えており、孔H内に樹脂を埋め込むことによって、半導体基板1の強度を向上させることができる。

また、この孔H内に埋め込む樹脂は感光性を有し、上述の製造方法は、この樹脂となるフォトレジストを半導体基板1の他方面（表面）側の全面に塗布する工程と、半導体基板1の他方面側の電極（h2、OM）形成予定領域のフォトレジストのみ除去する工程と、フォトレジストが除去された領域に電極h2を形成する工程とを更に備えているので、フォトレジストを用いた通常のフォトリソグラフィプロセスにより樹脂Rを埋設できるとともに、電極形成前にフォトレジストでパターニングされた酸化膜によってコンタクトを形成した電極の露出を行うことができる。

また、半導体基板1及び高濃度不純物領域1n、1n'は第一導電型（上記ではn型）であって、複数のホトダイオードは複数の第二導電型（上記ではp型）不純物領域1pと半導体基板1とで構成され、いずれかのホトダイオードの一方面（裏面）側に位置するアノード又はカソードは他方面（表面）側に電氣的に導かれている。

また、上述の製造方法では、半導体基板1の一方面側の全面に高濃度不純物領域より浅い第一導電型（上記ではn型）の全面不純物半導体層1ncを形成する工程を備えているので、この全面不純物半導体層1ncはアキュムレーション層として機能させることができる。

また、上述の製造方法では、半導体基板1の一方面側（裏面）に酸化膜2を形成する工程を備えているので、これを保護膜として機能させることができる。

更に、三次元実装という観点から、上述の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法は、ホトダイオードのアノード及びカソードが回路基板Cに電氣的に接続されるよう、半導体基板1の表面側をバンプBを介して回路基板Cに取り付ける工程を備えている。この場合、バンプBによって回路基板Cに電氣的に接続されるホトダイオードのアノード及びカソードの接続配線は回路基板方向、すなわち、半導体基板1の厚み方向に延びることができるので、実装面積を小さくすることができる。

また、上述の裏面照射型ホトダイオードアレイは、半導体基板1の裏面側及び表面側に高濃度不純物領域1n, 1n'が形成され、それぞれが半導体基板1の表面側にPN接合が形成されたホトダイオードのアノード及びカソードに選択的に接続された裏面照射型ホトダイオードアレイにおいて、高濃度不純物領域1n, 1n'同士は半導体基板1を厚み方向に貫通する孔Hを介して電氣的に接続されており、孔H内には樹脂Rが充填されている。

この裏面照射型ホトダイオードアレイは三次元実装上の及び製造方法上の利点を有すると共に、孔内の樹脂が裏面照射型ホトダイオードの基板強度低下を抑制することができる。

また、上記裏面照射型ホトダイオードアレイの構造によれば、半導体基板1及び高濃度不純物領域1n, 1n'は第一導電型（上記ではn型）であって、半導体基板1の他方面側に形成されたホトダイオードは第二導電型（上記ではp型）不純物領域1pと半導体基板1とで構成され、半導体基板1の一方面側の全面に高濃度不純物領域1nより浅い第一導電型の全面不純物半導体層1ncがあるので、全面不純物半導体層1ncをアキュムレーション層として機能させることができ、高性能の検出を行うことができるようになる。

図2は図1Jに示した裏面照射型ホトダイオードアレイPDAを回路基板C上に複数備えてなる撮像装置の説明図である。上述の構成によれば、三次元実装が可能となるので、複数の平面方向にデッドスペースの少ない裏面照射型ホトダイオードアレイPDAを隙間なく二次元的に配列することができる。すなわち、全体として、更に大面積の撮像装置を提供することができる。

なお、このような大面積の裏面照射型ホトダイオードアレイは、X線コンピュータ断層撮影（CT）装置、具体的にはパネル状のマルチX線CT装置や陽電子放射断層撮影（PET）装置に適用することができる。このような装置の場合には、光入射面上に二次元的に分割されたシンチレータ（BGO、CSO、CWO等）を設ける。

なお、上述の研磨工程においては、機械研磨の他、化学研磨を用いることができる。また、裏面側の全面不純物半導体層 1 n c はアキュムレーション層として機能する。アキュムレーション層はグラウンド電位とすることもできるが、逆バイアスが印加されるように、正電位を与えることもできる。

また、上述の裏面照射型ホトダイオードアレイは、アキュムレーション層となる全面不純物半導体層を薄く形成することができるため、紫外感度を向上させることができる。

また、支持基板 3 の除去前の工程において、電極 OM 形成や共通電極取り出し穴埋めを行った後に、半導体基板 1 にダイシングテープを貼り付け、ダイシング（完全にチップを分離するダイシングでなくとも、半導体基板 1 がチップとして分離される位置（酸化膜 4 まで達する位置）までダイシングブレードを入れる）を行った後、貼り合わせた支持基板 3 を機械研磨及びドライエッチングによって除去することもできる。この場合には通常のブレードダイシングの他にもレーザ等のほかの方式も採用できる。

この製造方法では、ダイシング終了までのすべての工程が厚いウエハのままで行われるため、プロセスの生産性は高く、歩留を向上させることが可能な画期的な片面電極ホトダイオード生産方式となる。しかも、バンプ B を介してバイアスが印加でき、単なるゼロバイアスのホトダイオードのみならず、高速、低ノイズセンサー（PIN ホトダイオード、アバランシェホトダイオード）も実現できる。

本発明の裏面照射型ホトダイオードアレイ及びその製造方法によれば、量産が可能となる。

産業上の利用可能性

本発明は、裏面照射型ホトダイオードアレイ及びその製造方法に利用することができる。

請求の範囲

1. 裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法において、

(a) 半導体基板の一方面側に高濃度不純物領域を形成する工程と、

(b) 前記半導体基板の前記一方面側に支持基板を貼り合わせる工程と、

5 (c) 前記半導体基板の他方面側を研磨して前記半導体基板を薄膜化する工程と、

(d) 前記半導体基板の前記他方面側に高濃度不純物領域及び複数のホトダイオードを形成する工程と、

10 (e) 前記半導体基板の前記他方面側の前記高濃度不純物領域から前記一方面側の前記高濃度不純物領域に到達する孔を形成する工程と、

(f) 前記一方面側と前記他方面側の前記高濃度不純物領域を前記孔を介して電氣的に接続する工程と、

(g) 前記工程 (f) の後に前記支持基板を除去する工程と、
を備えることを特徴とする裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法。

15 2. 前記半導体基板、及び前記高濃度不純物領域は第一導電型であって、前記複数のホトダイオードは複数の第二導電型不純物領域と半導体基板とで構成され、いずれかの前記ホトダイオードの前記一方面側に位置するアノード又はカソードは前記他方面側に電氣的に導かれていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法。

20 3. 前記半導体基板の一方面側の全面に前記高濃度不純物領域より浅い第一導電型の全面不純物半導体層を形成する工程を備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法。

25 4. 前記半導体基板の一方面側に酸化膜を形成する工程を備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法。

5. 前記孔内に樹脂を埋め込む工程を更に備えることを特徴とする請求

の範囲第1項に記載の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法。

5 6. 前記孔内に埋め込む樹脂は感光性を有し、この樹脂となるフォトリジストを前記半導体基板の他方面側の全面に塗布する工程と、前記半導体基板の他方面側の電極形成予定領域のフォトリジストのみ除去する工程と、フォトリジストが除去された領域に電極を形成する工程と、を更に備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法。

10 7. 前記ホトダイオードのアノード及びカソードが回路基板に電氣的に接続されるよう、前記半導体基板の前記他方面側をバンプを介して前記回路基板に取り付ける工程を更に備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の裏面照射型ホトダイオードアレイの製造方法。

15 8. 半導体基板の一方面側及び他方面側に高濃度不純物領域が形成され、それぞれが前記半導体基板の他方面側に形成されたホトダイオードのアノード及びカソードに選択的に接続された裏面照射型ホトダイオードアレイにおいて、前記高濃度不純物領域同士は前記半導体基板を厚み方向に貫通する孔を介して電氣的に接続されており、前記孔内には樹脂が充填されていることを特徴とする裏面照射型ホトダイオードアレイ。

20 9. 前記半導体基板、及び前記高濃度不純物領域は第一導電型であって、前記半導体基板の他方面側に形成されたホトダイオードは第二導電型不純物領域と半導体基板とで構成され、前記半導体基板の一方面側の全面に前記高濃度不純物領域より浅い第一導電型の全面不純物半導体層を備えることを特徴とする請求の範囲第8項に記載の裏面照射型ホトダイオードアレイ。

図1A

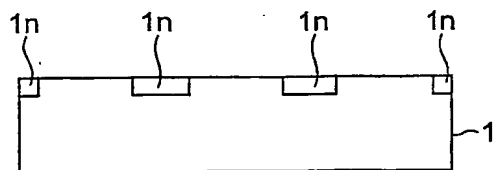


図1B

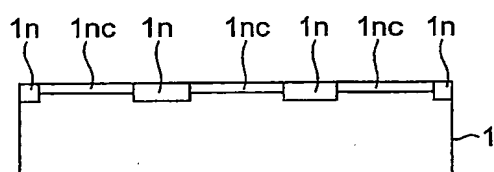


図1C

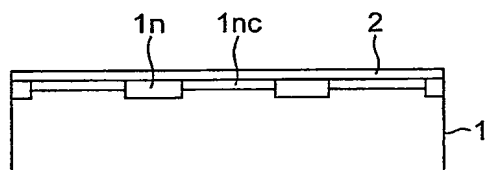


図1D

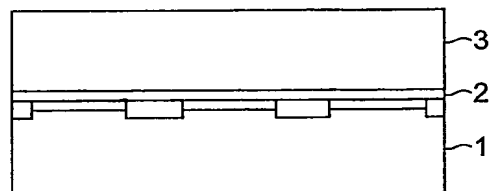


図1E

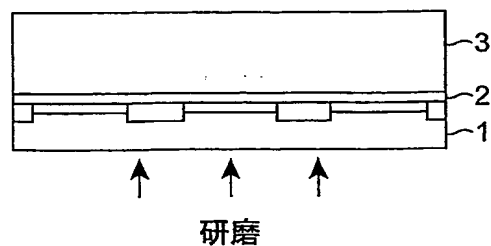


図1F

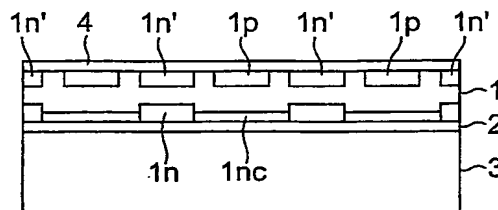


図1G

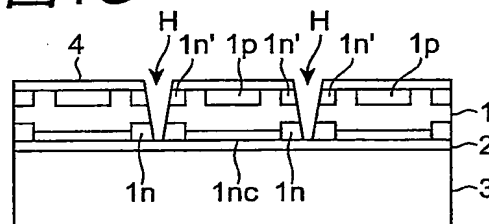


図1H

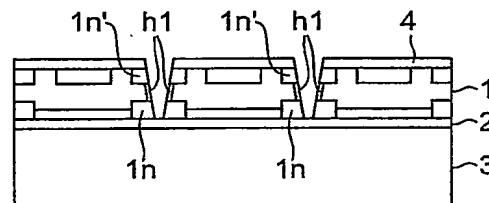


図1I

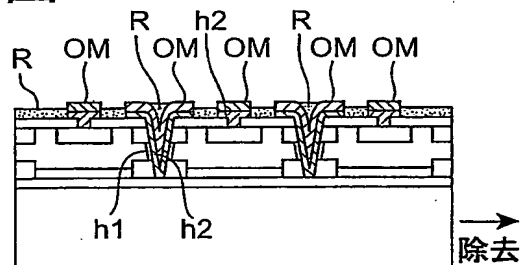


図1J

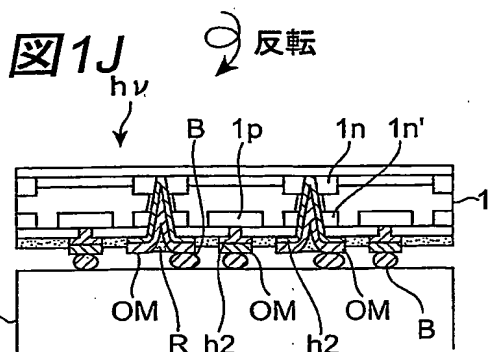
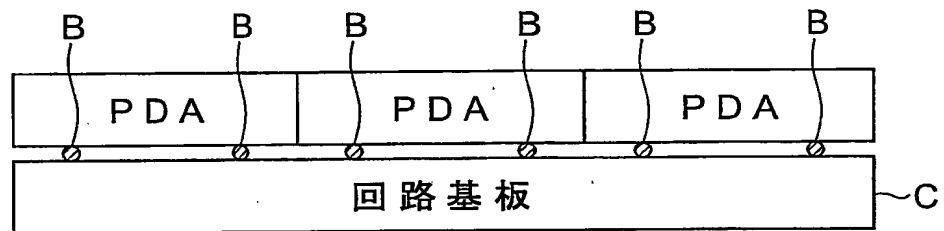


図2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L27/146

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01L27/146Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-286160 A (Fujitsu Ltd.), 12 October, 1992 (12.10.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 1-205465 A (Sony Corp.), 17 August, 1989 (17.08.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2001-291853 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 19 October, 2001 (19.10.01), Full text; all drawings & WO 01/75977 A1 & AU 200144586 A	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance"E" earlier document but published on or after the international filing
date"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 June, 2003 (23.06.03)Date of mailing of the international search report
08 July, 2003 (08.07.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05852

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-339057 A (Mitsumasa KOYANAGI), 07 December, 2001 (07.12.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/146

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/146

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 4-286160 A (富士通株式会社) 1992. 10. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 1-205465 A (ソニー株式会社) 1989. 08. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2001-291853 A (浜松ホトニクス株式会社) 2001. 10. 19, 全文, 全図 & WO 01/75977 A1 & AU 200144586 A	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 06. 03

国際調査報告の発送日

08.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野田 誠

4L

3035

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-339057 A (小柳 光正) 2001. 12. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9